Literatur

v. LEHMANN, E. (1962): Über die Seitendrüsen der mitteleuropäischen Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus* Schreber). Z. Morph. Ökol. Tiere **51**, 335—344.

— (1966): Über die Seitendrüsen der mitteleuropäischen Wühlmäuse der Gattung *Microtus* Schrank. Ebenda **56**, 436—443.

— (1967): Die Seitendrüsen der Feldmaus (*Microtus arvalis*). Ebenda **59**, 436—438.

SCHAFFER, J. (1940): Die Hautdrüsenorgane der Säugetiere. Berlin u. Wien: URBAN und SCHWARZENBERG.

Anschrift des Verfassers: F. L. Prof. Dr. ERNST VON LEHMANN, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, 53 Bonn, Adenauerallee 150—164

Zum Winterschlaf des Burunduks, *Tamias (Eutamias) sibiricus* Laxmann, 1769

Von RUDOLF JAEGER

Eingang des Ms. 10. 3. 1969

Die Gattung *Tamias* mit ihren Vertretern in Nordamerika (Chipmunks) und Asien (Burunduks) wird zu den Winterschläfern gerechnet (KAYSER 1961). Hinsichtlich des Winterschlafverhaltens und seiner physiologischen Begleiterscheinungen handelt es sich jedoch nach der bisher vorliegenden Literatur um eine verhältnismäßig uneinheitliche Gruppe. Während für die amerikanischen Arten einige vergleichbare Daten bezüglich der Physiologie des Winterschlafes vorliegen, sind die Angaben über den Winterschlaf der Burunduks sehr spärlich. Nach KALABUKOV (schriftl. Mittlg. 1967) liegen keine Ergebnisse über den Winterschlaf der Burunduks aus den letzten Jahren vor. Aus diesem Grunde seien im Folgenden einige experimentelle Daten zur Physiologie der Burunduks gegeben, die nach KAYSER als Winterschlafkriterien gewertet werden können. Im einzelnen handelt es sich um folgende Untersuchungen:

1. Beobachtungen über die Häufigkeit des Aufsuchens bzw. Verlassens des Nestes (Bau) im Verlaufe des Jahres.
2. Die jahreszeitlichen Gewichtsveränderungen.
3. Die Messung der Körpertemperatur bei verschiedenen Umgebungstemperaturen.
4. Hämatologische und serologische Untersuchungen im Sommer und Winter.
5. Die Messung des Sauerstoffverbrauchs im Wachzustand und in der Lethargie bei 21° C Hauttemperatur.

Methodische Vorbemerkungen

Zur Untersuchung gelangten sechs männliche Burunduks *(Tamias [Eutamias] sibiricus)* die nach den Angaben des Lieferanten als Wildfänge direkt aus der UdSSR importiert wurden. Bei der Ankunft der Tiere im Juni 1966 (Tier IV, V und VI) lag das Gewicht der Tiere zwischen 68 und 98 g.

Die Tiere I, III und V wurden ab Sommer 1967 in einem Freilandkäfig mit einer Fläche von 10,3 m² und einer Höhe von 1,75 m gehalten. Aus diesem Käfig führte eine

Röhre zu dem darunter befindlichen klimatisierten Hibernarium. Den Abschluß der Röhre bildete ein mit Streu ausgelegter Metallkasten, dessen Eingangsöffnung so angebracht war, daß jede Passage dieser Öffnung mit Hilfe einer Lichtschranke (Fa. Dr. B. Lange, Berlin) registriert werden konnte.

Der Innenraum des Hibernariums und damit des Nistkastens wurde während der gesamten Versuchszeit sowohl im Sommer als auch im Winter auf einer Temperatur von + 8 bis + 10° C gehalten. Die Luftfeuchtigkeit war immer höher als 80 %. Die übrigen Tiere (II, IV und VI) wurden in Kleinkäfigen (50 × 50 × 50 cm) im Laboratorium bzw. zum Zwecke der Erreichung niederer Umgebungstemperaturen in nicht beheizten Räumen gehalten.

Zur Temperaturmessung wurde der von Mackay und Jacobson (1957) entwickelte Telemetriesender in eigener Ausführung verwendet. Da das Anbringen des Senders mit Hilfe einer Stoffmanchette auf die Tiere sehr störend wirkte, wurde folgendes Verfahren angewendet: Der Sender wurde in die Bodenplatte eines sehr engen Nistkastens eingelassen, so daß das darin befindliche Tier in jeder Lage mit dem Temperaturfühler des Senders Kontakt haben mußte. Da die vom Sender abgestrahlte Impulsfolge eine Funktion der Temperatur darstellte, konnte nach Aufnahme der entsprechenden Eichkurve mit Hilfe eines einfachen Transistortaschenempfängers und einer Stoppuhr die Hauttemperatur des ungestört ruhenden Tieres ermittelt werden. Die Registrierungen während der Nacht erfolgten auf Magnetband unter Verwendung einer Schaltuhr, die das Empfangsgerät für die Dauer der gewünschten Beobachtungszeit einschaltete. Die so ermittelte Temperatur lag im Mittel um 2,5° C tiefer als die durch Andrücken eines Thermometers ermittelte Hauttemperatur. Dieser durch den mehr oder weniger lockeren Kontakt des Tieres mit dem Thermofühler des Senders entstehende Fehler wurde unter Berücksichtigung der Vergleichsmessungen sowie der Ungestörtheit der Tiere in Kauf genommen. Für die Erstellung der hämatologischen Befunde wurden folgende Methoden verwendet: Hämometer nach Sahli, Hämatokritröhrchen (nach v. Muralt 1948 Seite 14, Methode 2) und Thoma-Zählkammern. Die Serumelektrophorese erfolgte auf Cellogelstreifen (Fa. Serva Heidelberg) bei pH 8,6 in Veronal Natriumazetat ($\mu = 0{,}2$) und einer Spannung von 150 V bei 100 Min. Laufzeit. Der Sauerstoffverbrauch wurde nach der Methode von Haldane, beschrieben in v. Muralt l. c. Seite 134, gemessen.

Allgemeines zur Ernährung der Versuchstiere

Alle Tiere wurden in Abständen von zwei Tagen mit Futter versorgt, jedoch so, daß immer in ausreichendem Maße Futter vorhanden war. An frischer Pflanzennahrung wurde folgendes gegeben: Äpfel, Birnen, Bananen und Karotten. Das Körnerfutter bestand aus Sonnenblumensamen, Haselnüssen, Mais, Weizen, Hafer, Gerste und Roggen.

Entgegen allen anderen hier angeführten Futtermitteln wurden Bananen und Hafer nur ungern angenommen. Während rohes Fleisch offenbar nur von hungrigen Tieren angenommen wurde, wurden Heuschrecken gerne als Futter genommen.

Ergebnisse

I. Die Häufigkeit der Nestbesuche der Tiere im Freilandkäfig

Die Werte der mittleren Häufigkeiten des Verlassens bzw. des Aufsuchens des Nestes zeigen von Januar bis April einen leichten Anstieg auf niedrigem Niveau. Ein deutliches Minimum liegt in den Monaten Mai und Juni.

Von diesem Zeitpunkt nehmen die Häufigkeiten wieder zu und erreichen zum Ende des Jahres ein Maximum (Abb. 1). In den Monaten Mai und Juni sind die Tiere sehr oft im Käfig zu sehen. Obwohl das Maximum der Nestbesuche in den Monaten Oktober bis Dezember liegt, ist in dieser Zeit festzustellen, daß die Tiere nur selten im Käfig zu sehen sind. Es dürfte sich also hier um jeweils kurzfristiges Verlassen des Nestes handeln, was mit der erhöhten Sammeltätigkeit der Tiere bei stärkerer Bindung an das Nest in dieser Jahreszeit recht gut in Einklang zu bringen ist. Eine Abhängigkeit von Temperatur und Witterungsverhältnissen kann generell nicht festgestellt werden. Kälteeinbrüche mit Temperaturen unter 0° C haben keinen Einfluß auf die Aktivität, lediglich geht aus den Beobachtungsprotokollen hervor, daß an sonnigen Wintertagen mit Temperaturen unter dem Gefrierpunkt das Nest weniger oft aufgesucht bzw. verlassen wird, was wiederum mit der Tatsache übereinstimmt, daß an diesen Tagen die Tiere selbst bei Schnee lange im Käfig verharren und sich „sonnen".

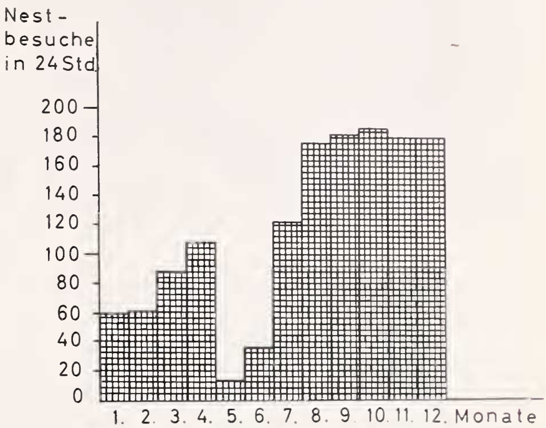


Abb. 1. Die Säulen zeigen die durchschnittliche Anzahl der Nestbesuche bzw. des Nestverlassens von Tier III im Freilandkäfig für jeden Monat des Jahres 1967. Die Zahlen sind Mittelwerte aus je 20 Ablesungen in 24 Stundenperioden innerhalb des betreffenden Monats.

Das absolute 24-Stunden-Minimum liegt bei 5 Nestbesuchen im Mai. Die mit Ausnahme im September täglich vorgenommenen Kontrollen haben gezeigt, daß bei den im Freilandkäfig lebenden drei Tieren in keinem Zeitraum des Jahres eine länger anhaltende Ruhe oder Schlafperiode im Nest eingetreten war. Der Unterschied zwischen Tag und Nacht soll hier am Beispiel eines Auszuges aus dem Protokoll dargestellt werden:

31. 1.—1. 2. 1967	17.30 h— 7.30 h	= 14 Std.	19 Passagen	= 1,4	pro Std.	Nacht
1. 2. 1967	7.30 h—17.30 h	= 10 Std.	62 Passagen	= 6,2	pro Std.	Tag
1. 2.—2. 2. 1967	17.30 h— 7.30 h	= 14 Std.	23 Passagen	= 1,7	pro Std.	Nacht
2. 2. 1967	7.30 h—17.30 h	= 10 Std.	42 Passagen	= 4,2	pro Std.	Tag
2. 2.—3. 2. 1967	17.30 h— 7.30 h	= 14 Std.	21 Passagen	= 1,5	pro Std.	Nacht
3. 2. 1967	7.30 h—17.30 h	= 10 Std.	70 Passagen	= 7,0	pro Std.	Tag

Für die übrigen Jahreszeiten ergibt sich ein gleiches Bild. Am Tage wird das Nest also sehr viel häufiger verlassen als in der Nacht.

Beobachtungen an den im Laboratorium gehaltenen Tieren

Die bei Zimmertemperatur (20 — 24° C) in Einzelkäfigen gehaltenen Burunduks zeigten ab Mitte Juli eine deutlich verringerte Aktivität. Sie begannen das im Käfig befindliche Nistmaterial (Heu und Hobelspäne) in ihren Nistkasten zu tragen und verstopften damit den Eingang. Die Futteraufnahme wurde geringer, und die Tiere waren nur noch selten außerhalb ihres Nistkastens zu sehen. In den Monaten November 1966 bis Januar 1967 konnte ich bei den Tieren IV und VI eine Reihe von Lethargieperioden beobachten, die sich über maximal 48 Stunden erstreckten. Während dieser

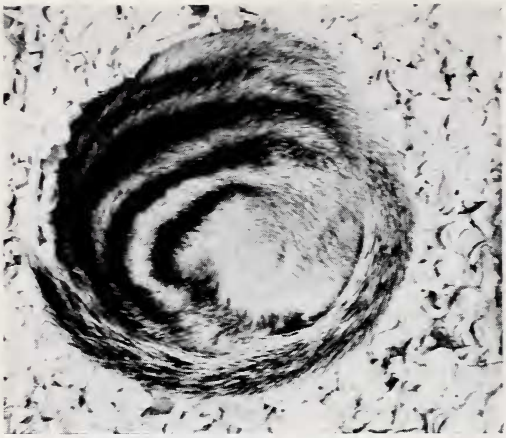


Abb. 2. Tier IV in typischer Winterschlafstellung während einer Lethargieperiode im Dezember 1967; Atemfrequenz 26/min., Hauttemperatur 21° C, Raumtemperatur 21° C

Perioden nahmen die Tiere keinerlei Nahrung auf, ihre Körpertemperatur sank auf die Umgebungstemperatur (hier 20—22° C) ab. Die Atemfrequenz betrug bei diesen in der typischen Winterschlafstellung (Abb. 2) verharrenden Tieren 15—20 Atemzüge pro Minute. Ein Erwachen konnte durch akustische Reize nicht erzielt werden; erst nach mehrmaliger heftiger mechanischer Berührung z. B. mit dem Thermometer setzte die Weckreaktion ein. Sie war am Beginn des starken Muskelzitterns deutlich erkennbar. Die Zeit bis zum völligen Aufwachen und Verlassen des Nestes war relativ kurz und lag zwischen 10 und 15 Minuten. In dieser Zeit war die Körpertemperatur wieder auf Werte über 33° C angestiegen. Die kurze Zeitdauer bis zum vollständigen Erwachen erklärt sich wohl aus der immer noch relativ hohen Körpertemperatur während der Lethargieperiode. In den zwischen den Schlafperioden liegenden Zeitabständen, die von wenigen Stunden bis zu mehreren Tagen reichten, wurde reichlich Nahrung und Wasser aufgenommen.

II. Die jahreszeitlichen Gewichtsveränderungen

Wie aus dem Diagramm der Abb. 3 hervorgeht, zeigen die Tiere I, IV und VI beträchtliche Schwankungen ihres Körpergewichtes im Verlaufe eines Jahres. Das Minimum liegt offenbar im Januar, wonach ein recht gleichmäßiger Anstieg des Gewichtes bis zum Maximum in den Monaten Juli und August zu verzeichnen ist. Die Gewichtskurve von Tier I, das im Freiland gehalten wurde, weicht nicht von denjenigen Kurven der Tiere ab, die das ganze Jahr über bei Raumtemperaturen lebten. Auch bei den Tieren IV und VI, bei denen Lethargieperioden mit Körpertemperatursenkung auf + 20° C beobachtet wurden, traten keine Abweichungen im Verlauf der Gewichtskurven auf.

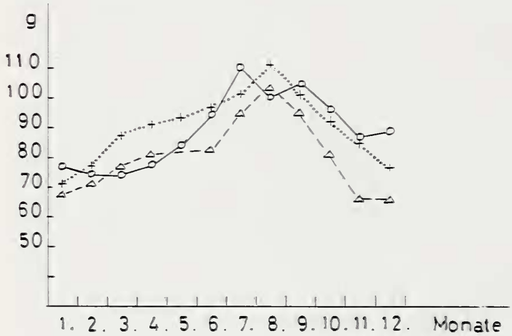


Abb. 3. Veränderungen der absoluten Körpergewichte bei den Tieren III (○), IV (+) und VI (△) im Verlaufe eines Jahres

III. Die Messung der Hauttemperatur bei einem mehrtägigen Aufenthalt der Tiere IV und VI zwischen je + 22 und — 4° C bei nicht lethargischen Tieren im Winter (Dezember)

Die Temperaturen der Haut wurden mittels der oben beschriebenen Methode jeweils morgens um 10 Uhr und nachmittags um 17 Uhr gemessen. In der Tabelle 1 sind die

Mittelwerte von beiden Tieren aus je 8 Messungen nach 2 bzw. 4 Tagen bei jeder Temperaturstufe verzeichnet. Die Tagesschwankungen der Hauttemperatur beider Burunduks bei einer Umgebungstemperatur von 20° C sind im Diagramm der Abb. 4 dargestellt. Eine Meßreihe wurde im Juni, die andere im Januar aufgenommen. Die Werte zeigen, daß die Temperaturschwankungen der Haut- bzw. Körpertemperatur nicht sehr ausgeprägt sind. Auch bei 4tägigem Aufenthalt bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt sinkt die Hauttemperatur nur unwesentlich. Wahrscheinlich wird die Kerntemperatur auch hier konstant reguliert. Es soll hier nochmals darauf hingewiesen werden, daß bei diesen beiden Tieren die Winterschlafperioden mit Senkung der Körpertemperatur bei 20° C beobachtet wurden.

Tabelle 1

Mittelwerte der Hauttemperatur aus jeweils 8 Messungen (10.00 h und 17.00 h) des gleichen Tages bei verschiedener Umgebungstemperatur bei den Tieren IV und VI nach 2- bzw. 4tägigem Aufenthalt bei der entsprechenden Temperatur im Dezember

Raumtemperatur	Beobachtungszeitraum in Tagen	Hauttemperatur
+ 20° C	2	+ 35 °C
+ 18° C	2	+ 35,5 °C
+ 16° C	2	+ 35 °C
+ 12° C	4	+ 33 °C
+ 10° C	4	+ 36 °C
+ 6° C	4	+ 34 °C
+ 4° C	4	+ 33 °C
0° C	4	+ 33 °C
— 4° C	4	+ 33 °C

IV. Hämatologische und serologische Befunde

Die in der Tabelle 2 wiedergegebenen Werte sollen einen Überblick geben über die jahreszeitlichen Schwankungen der hämatologischen Befunde, obwohl eine statistische Sicherung der hervortretenden Unterschiede auf Grund des relativ geringen Untersuchungsmaterials nicht gegeben ist. Im Herbst und den Wintermonaten scheinen eine geringe Vermehrung der Erythrozyten sowie entsprechende Unterschiede bei den Hämoglobin- und Hämatokritwerten vorzuliegen. Das Differenzialblutbild läßt eine Veränderung der Leukozytenzahl nicht erkennen. Der Prozentsatz der Eosinophilen ist in allen Fällen mit Sicherheit kleiner als 1. Das Blutbild eines schlafenden Tieres konnte nicht aufgenommen werden, da der Versuch einer Blutentnahme geraume Zeit in Anspruch nimmt und jedesmal zum vollständigen Erwachen des Tieres führte. Die bei Tier IV am 22. Januar 1968 erfolgte Blutuntersuchung schloß sich unmittelbar an eine der oben beschriebenen Lethargieperioden an (Hauttemperatur 22° C). Bei der Blutentnahme, während der das Tier aufwachte, war die Hauttemperatur jedoch binnen 5 Minuten auf 35° C angestiegen. Tier IV zeigte nach dieser Blutentnahme auch keine Senkung der Körpertemperatur innerhalb der nächsten 2 Wochen. Außer einer leichten Leukopenie waren bei diesem Tier

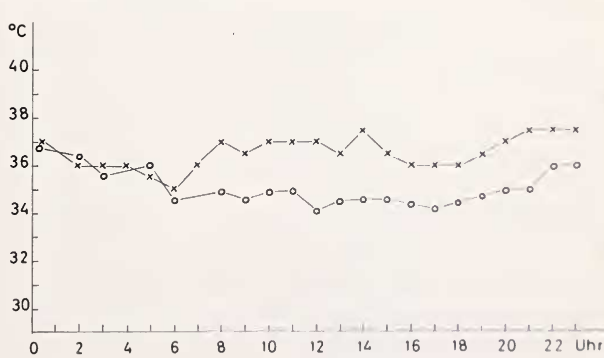


Abb. 4. Tagesschwankungen der Hauttemperatur als Mittelwerte aus je 4 Messungen an den Tieren IV und VI im Juni (×) und im Januar (○) (Umgebungstemperatur 21 bis 23° C)



Abb. 5. Elektropherogramme der Serumproteinfraktionen, links Serumprobe im Juni 1967, rechts im Dezember 1967 (Tier VI)

keine Veränderungen im Blutbild nachzuweisen.

Die Auftrennung der Serumeiweiße ergab im Sommer und Winter keine wesentlichen Differenzen im Serumeiweißbild (Abb. 5). Charakteristisch und auffallend sind zwei starke und schnell laufende Fraktionen, die im Vergleich zum Humanserum im Albuminbereich liegen. Sie waren bei allen 6 Vertretern der Burunduks regelmäßig nachzuweisen. Die im Bereich der γ-Globuline auftretenden Fraktionen sind quantitativ schwach vertreten, scheinen jedoch im Sommer etwas stärker zu sein als in den Wintermonaten.

V. Der Sauerstoffverbrauch im Wach- und Schlafzustand

In Tabelle 3 sind die bisher ermittelten Werte für den Sauerstoffverbrauch und den respiratorischen Quotienten aufgeführt. Das Tier trug während des Versuches den oben erwähnten Telemetriesender. Die Temperatur wurde in Abständen von 30 Minuten gemessen. Im Falle des Lethargiezustandes im Versuch vom 27. November 1966 mußte die Messung nach 2 Stunden unterbrochen werden, da das Versuchstier aufwachte, was am Ansteigen der Hauttemperatur leicht erkennbar wurde. Da von den zur Verfügung stehenden Tieren nur einzelne und diese auch nur sehr selten und vor allem nicht absehbar ihre Körpertemperatur senken und Winterschlaf halten, war es bisher nicht möglich, weitere Messungen zur Energiebilanz im Winterschlaf auszuführen. Die Unterschiede bei den Werten des respiratorischen Quotienten (RQ) sind sicher nicht als signifikant anzusehen. Es ist jedoch anzunehmen, daß alle Werte um 0,7 variieren.

Tabelle 2

Jahreszeitliche Schwankungen der hämatologischen Befunde

	Tier	Dat. der Blutentnahme	Erythroz. in Mill./mm^3	Hämogl. %	Hämatokr. %	Leukoz.	Differenzialblutbild der Leukozyten: Segmentk. %	Stabk. %	Lymphoz. %	Monoz. %	Eos.
Winter	IV	20. 11. 67	9,3	—	—	7300	10	0,5	87	2,5	0
	III	20. 11. 67	10,5	18 g	—	7000	9,5	1,5	86	3	0
	II	7. 12. 67	8,0	17 g	40	8400	15	2	82	1	0
	IV	22. 1. 68	10,9	18 g	46	5200	24	3	75	2	0
Sommer	II	30. 6. 68	7,9	16 g	41	8000	13	4	83	0	0
	IV	30. 6. 68	8,0	14 g	40	6000	30	2	68	0	0
Spätsommer	II	8. 8. 68	9,0	19 g	49	5400	14	3	82	1	0
	IV	8. 8. 68	10,0	17 g	48	6800	10	2	86	4	0

Tabelle 3

O_2-Verbrauch und respiratorische Quoten im Wach- und Schlafzustand

Datum	Tier	Hauttemp. ° C	Umgebungstemp. ° C	Zahl der Messungen	Dauer der Messung i. Std.	O_2-Verbr. ml/kg u. h.	RQ
13. 11. 66	IV	38	20	4	5	1950	0,69
27. 11. 66	IV	21	21	2	2	65	0,72
24. 7. 67	IV	37	24	1	5	1806	0,70

Besprechung der Resultate

Ob ein Säuger zu den Winterschläfern zu rechnen ist, kann deshalb nicht einfach entschieden werden, weil eine straffe und präzise Definition des Begriffes Winterschlaf (Hibernation) nicht gegeben werden kann (Lyman and Chatfield 1955). Die Ursache hierfür liegt wohl in der Mannigfaltigkeit der Überwinterungsmodi und der großen Variabilität ihrer physiologischen Begleiterscheinungen. Die Gattung *Tamias (Eutamias)* wird im allgemeinen zu den Winterschläfern gezählt. (Cahalane 1947, Eisentraut 1956 und Kayser 1961).

Daß es sich bei den Backenhörnchen bezüglich des Winterschlafes und der Überwinterung um eine recht uneinheitliche Gruppe handelt, geht daraus hervor, daß alleine die für den echten Winterschläfer so charakteristische Anreicherung von Fett im Herbst und Vorwinter sehr unterschiedlich ist, z. B. zeigt *Tamias striatus* eine ausgeprägte Erhöhung des Körpergewichtes im Herbst, während bei *Tamias (Eutamias) minimus* keine jahreszeitliche Gewichtsveränderung festzustellen ist (Panuska 1959, Forbes 1966). Es liegen einige wenige Angaben über das Auftreten tiefer Winterschlaflethargie bei Vertretern der Gattung *Tamias* vor (Walker 1923). Panuska (1959) untersuchte eine größere Zahl von Backenhörnchen *(Tamias striatus)* und stellte fest, daß die Skala der Aktivitätszustände während des Winters von tiefer Lethargie bis zum ununterbrochenen Wachsein reichte (s. auch Condrin 1936), wobei die lethargischen Tiere (Atemfrequenz unter 20 pro Min.) zumindest alle drei bis vier Tage aufwachten. Tiere mit geringerer Winterschlaftiefe (Atemfrequenz 20 bis 60 pro Min.) wachten täglich auf und nahmen Nahrung zu sich. Nach den Angaben des Autors treten tiefe Lethargiezustände erst nach viermonatigem Aufenthalt der Tiere bei + 1,5 oder + 3° C auf. Die Angaben über die jahreszeitlichen Veränderungen einiger physiologischer Befunde beschränken sich bislang auf die Arbeit von Woodward (1945) an *Tamias striatus lysterie* und Panuska (1959) an *Tamias striatus*. Woodward gibt eine erhöhte Erythrozytenzahl im Sommer an, jedoch keine Veränderung im weißen Blutbild, eine dreifache Erhöhung des Gewichtes der Nebenniere ab Januar bis April und ein Absinken des Blutzuckergehaltes unter 100 mg % bei Tieren, die 24 bis 48 Stunden bei + 4 bis + 6° C gehalten wurden. Engels (1951) beobachtete ebenfalls bei *Tamias striatus striatus* ganz unterschiedliche Aktivitätszustände im Winter und kommt zu dem Schluß, daß keinerlei Beziehungen des Aktivitätszustandes zu klimatischen Bedingungen bestehen.

Noch weit weniger ist über die Physiologie des Winterschlafes des asiatischen Vertreters dieser Gattung, des Burunduks, bekannt. Aus den Beobachtungen von Luther (1952) an einem einzigen Tier kann nur soviel über die Art der Überwinterung geschlossen werden, daß offenbar keine sehr lange andauernde Schlafperiode auftrat und das Tier auch im Winter häufiger im Freien zu sehen war. Den Angaben Stilmarks (1962) zufolge nährt sich der Burunduk in den Wäldern West-Sayans das ganze Jahr

über von Zedernsamen. Petzsch (1966) spricht bei der Beschreibung der Biologie des Burunduks nicht einmal von einem Winterschlaf, er schreibt: „Den Winter verbringt er in oft unterbrochener Winterruhe." Die Freilandbeobachtungen im Zusammenhang mit der Registrierung der Häufigkeiten des Verlassens oder Aufsuchens des Nestes haben gezeigt, daß es wenig sinnvoll ist, aus der geringen Beobachtungshäufigkeit der Tiere außerhalb ihres Baues auf eine Winterschlaflethargie zu schließen. Aus der Darstellung in Abb. 1 ist zu entnehmen, daß die Aktivität der beobachteten Tiere sogar in den Monaten des Hochwinters Januar und Februar deutlich höher ist als in den folgenden und Sommermonaten, während sie jedoch häufiger im Freien gesehen wurden. Die hohe Aktivität vom Spätsommer an ist zweifellos die Folge eines verstärkten Sammeltriebes, der sich auch auf das Nestmaterial erstreckt. Von weit größerer Aussagekraft bezüglich der Winterschlafbereitschaft der Tiere ist der Verlauf der Gewichtskurve während eines Jahres. Bei allen bisher untersuchten Winterschläfern wird eine ähnliche Gewichtszunahme im Herbst und Vorwinter beschrieben. (Kayser l. c.) wie sie bei meinen Burunduks vorliegt.

Es spielt offenbar dabei keine Rolle, ob die Tiere im Freiland oder im Laboratorium unter relativ konstanten Klimabedingungen leben. Der sich an das Maximum anschließende Gewichtsverlust während des Herbstes bis einschließlich Januar beträgt bis zu 30 %. Dies liegt mit Sicherheit in der Größenordnung des Gewichtsverlustes von Winterschläfern nach 132tägigem Winterschlaf (Kayser 1952). Das Körpergewicht der hier untersuchten Burunduks erreicht im Vergleich zu dem Gewichtsverlauf anderer Winterschläfer (Kayser 1961) schon sehr frühzeitig im Juli das Maximum (Abb. 3). Dies ist der Zeitpunkt, von dem ab die erhöhte Sammeltätigkeit zu beobachten ist. Ich neige zu der Annahme, daß diese Verschiebung mit dem relativ frühen Eintritt des Winters in der Heimat der Burunduks im Zusammenhang steht.

Die Labilität der Wärmeregulation und damit der Körpertemperatur ist wohl allen Winterschläfern gemeinsam (Kayser 1940 nach Eisentraut 1956). Bei den Burunduks ist die Fähigkeit zur Wärmeregulation zweifellos vorhanden, sie scheint jedoch während der Herbst- und Wintermonate erheblich geringer zu sein, da die Körpertemperatur im Winter bei gleicher Umgebungstemperatur niedriger ist als im Sommer. Ähnliches trifft nach Herter (1934) auch für den Igel zu, dessen Körpertemperatur im Wachzustand am Tage zwischen 34,7° C und 36,5° C schwankt, jedoch im Winter bei gleicher Schwankungsbreite um 1° C—1,5° C tiefer liegen soll. Die Veränderungen des Blut- und Serumeiweißbildes sind so wenig signifikant, daß sie hier als Beurteilungskriterium nicht herangezogen werden können. Die Vergleichswerte in der Literatur bezüglich der Erythrozyten- und Leukozytenzahl sind sehr unterschiedlich. Meist wird eine Verringerung der Erythrozytenzahl sowie eine Leukopenie angegeben. (Zusammenstellung der Literatur bei Kayser 1961 und Raths 1964).

Von Raths (1953 und 1957) und von Lyman et al. (1957) wird sowohl für den Hamster als auch für den Goldhamster eine Vermehrung der Erythrozyten angegeben. Allerdings kommt Woodward (1945) bei der dem Burunduk nahe verwandten Art *Tamias striatus lysterie* bezüglich der Erythrozyten zu einem gegenteiligen Ergebnis; er konnte aber ebenfalls keine Veränderung der Leukozytenzahl feststellen.

Wenn auch bisher lediglich bei einem der hier untersuchten Tiere der Sauerstoffverbrauch während einer Lethargieperiode bei einer Körpertemperatur von 21° C gemessen werden konnte, so zeigt dieser Wert doch eindeutig eine für alle Winterschläfer charakteristische Senkung des respiratorischen Stoffwechsels während der Lethargie (Kayser 1961). Es kann demnach abschließend festgestellt werden, daß auch der Burunduk zu den echten Winterschläfern zu rechnen ist. Es darf als sicher angenommen werden, daß in den Monaten August bis Januar eine Winterschlafbereitschaft besteht; wenn auch die den Winterschlaf auslösenden Faktoren unbekannt bleiben, so kann dennoch gesagt werden, daß dabei äußere Faktoren keine oder nur in extre-

men Fällen entscheidende Rolle zu spielen scheinen. Offenbar begünstigt jedoch die Haltung in engen Käfigen die Neigung zur Lethargie (siehe auch KAYSER 1953). Wenn es richtig ist, daß unsere Eichhörnchen keinen Winterschlaf halten, so dürfte auch für die Winterschlafbereitschaft der Burunduks die von KALABUKHOV (1957, schriftl. Mittlg.) für diese Tiergruppe formulierte Charakterisierung zutreffen: „. . . remarcable rodents-half-squirrel-half souslik".

Nach den vorliegenden Ergebnissen glaube ich mich außerdem dem Vorschlage CADE's (1963) anschließen zu dürfen, der auf Grund seiner Untersuchungen an *Eutamias quadrimaculatus, Eutamias speciosus* sowie *Eutamias amoenus* zu einem ähnlichen Ergebnis kommt und für diesen Überwinterungsmodus den Begriff „shallow hibernation" einführt, womit er energetisch gesehen einen adaptativen Kompromiß zwischen tiefer Winterschlaflethargie und Überwinterung im aktiven Zustand sieht. Die große Unabhängigkeit dieses Verhaltens von Temperatur und Witterungseinflüssen läßt erwarten, daß die hier beschriebenen Befunde ohne weiteres auch unter den klimatischen Bedingungen der Heimat des Burunduks gelten.

Zusammenfassung

An sechs männlichen Exemplaren von *Tamias (Eutamias) sibiricus* wurde auf Grund von Registrierungen der Nestbesuche festgestellt, daß bei zwar engerer Bindung an das Nest die Häufigkeit des Verlassens und Aufsuchens des Baues in den Herbst- und Wintermonaten ein Maximum erreichte und bei den im Freiland lebenden Tieren mit Sicherheit keine über 12 Stunden andauernde Lethargieperiode auftrat. Sowohl die im Freilandkäfig als auch die im Laboratorium gehaltenen Tiere zeigten ein deutliches Gewichtsmaximum im Juli und darauf folgende 30%ige Gewichtsabnahme bis zum Januar des folgenden Jahres. Bei zwei Tieren wurden im Laboratorium unter 20° C bis 22° C mehrere Lethargieperioden in der Zeit vom November und Dezember mit Senkung der Körpertemperatur auf die Umgebungstemperatur bei 15 bis 20 Atemzügen pro Minute sowie einem Absinken des O_2-Verbrauches auf 65 ml/kg/h beobachtet. Wache Tiere zeigten bei verschiedenen Umgebungstemperaturen im Sommer und Winter eine stabile Wärmeregulation, die Körpertemperatur lag jedoch im Winter bei gleicher Umgebungstemperatur um 1—2° C tiefer.

Die hämatologischen und serologischen Befunde zeigten im Sommer und Winter keine signifikanten Unterschiede. Der Burunduk dürfte zu den echten Winterschläfern zu rechnen sein, wenn auch tiefe Lethargie nur selten zustande kommt. Es dürfte sich hier ebenfalls um den von CADE (1963) als „shallow hibernation" beschriebenen Typ der Überwinterung handeln. Die Bedingungen für den Eintritt des Winterschlafes konnten nicht eliminiert werden.

Summary

Hibernation in sibirian chipmunks Tamias (Eutamias) sibiricus Laxmann, 1769

Investigations on 6 male individuals of *Tamias (Eutamias) sibiricus* have shown that in autumn and winter the animals are leaving and visiting their shelter more frequently than in other seasons of the year. This relative high activity seems to be evoked by the increased hoarding activity. The free living animals didn't show any prolonged period of hibernation. Although a weight cycle all over the year with a maximum body weight in late summer could be established in both free living animals and those held in the laboratory.

During november and december two of the animals showed hibernation periods at room temperature indicated by low body temperature (21° C) and respiratory frequencies between 15 and 20 per min. One of these animals could be shown to decrease its O_2 consumption down to 65 ml/kg/h. Active animals at different room temperatures held up their body temperature during 4 days of investigation. In winter the body temperature was 1 to 2° C lower as in summer compared to the same invironmental temperature.

Blood corpuscles and serum proteins didn't show any specific variations over the year.

It could be shown that the sibirian chipmunk is a true hibernator but that deep hibernations seems to occur only under extreme conditions. In general the results indicate that CADE's (1963) „shallow hibernation" covers the mode of winter live in sibirian chipmunks.

Literatur

CADE, Tom, J. (1963): Observation on torpidity in captive chipmunks of the genus *Eutamias;* Ecology 44, 255—261.
CAHALANE, V. H. (1947): Mammals of North America; Macmillan Press New York.
CONDRIN, J. M. (1936): Observation on the seasonal and reproductive activities of the eastern chipmunk; J. of Mammalogy 17, 231—234.
EISENTRAUT, M. (1956): Der Winterschlaf mit seinen ökologischen und physiologischen Begleiterscheinungen; Gustav Fischer, Jena.
ENGELS, W. L. (1951): Winter inactivity of some captive chipmunks *(Tamias striatus striatus)* at Chapel Hill, North Carolina; Ecology 32, 549—555.
FORBES, R. B. (1966): Fall accumulation of fat in chipmunks; J. of Mammalogy 47, 715—716.
HERTER, K. (1934): Körpertemperatur und Aktivität beim Igel; Z. f. vergl. Physiol. 20, 511—544.
KAYSER, Ch. (1940): Les échanges respiratoires des hibernants; Lous-le-Saunier.
— (1952): La dépense d'energie des mammifères hibernants pendents toute la durée de l'hibernation; Arch. Sci. Physiol. 6, 193—212.
— (1953): L'hibernation des mammifères; Année biol. 29, 109—150.
— (1961): The physiology of natural hibernation; Pergamon Press, New York, London, Paris.
LUTHER, W. (1952): Beobachtungen an einem ostasiatischen Backenhörnchen *Eutamias asiaticus* Gm. in Gefangenschaft; Z. f. Tierpsychologie 9, 411—415.
LYMAN, CH. P., and CHATFIELD, P. O. (1955): Physiology of hibernation in mammals; Physiol. Rev. 35, 403—425.
LYMAN, CH. P., WEISS, L. P., O'BRIEN, R. C., and BARBEAU, A. A. (1957): The effect of hibernation on the replacement of blood in the golden hamster; J. of exp. Zool. 136, 471—485.
MACKAY, R. ST., and JACOBSON, B. (1957): Endoradiosonde; Nature 179, 1239—1240.
v. MURALT, A. (1948): Einführung in die praktische Physiologie; Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 3. Aufl.
PANUSKA, J. A. (1959): Weight patterns and hibernation in *Tamias striatus*; J. of Mammalogy 40, 554—566.
PETZSCH, H. (1966): Der Burunduk oder das eurasische Erdhörnchen *Tamias (Eutamias) sibiricus* in: Urania Tierreich Bd. 6, Säugetiere S. 168—169, Urania Leipzig, Jena, Berlin.
RATHS, P. (1953): Untersuchungen über die Blutzusammensetzung und ihre Beziehungen zur vegetativen Tonuslage beim Hamster *(Cricetus cricetus* L.) Z. f. Biol. 106, 109—123.
— (1957): Über die Abhängigkeit der Blutzusammensetzung von der allgemeinen Aktivitätslage beim Hamster; Zool. Anzeiger 159, 139—152.
— (1964): Mineralhaushalt und hormonale Aktivität im Winterschlaf; Exp. 20, 178—190.
STILMARK, F. (1963): Ecology of the chipmunk *(Eutamias sibiricus* Laxm.) in: Cedar forests of western Sayan, Zool. J. Moskau 42, 92, (russ., engl. Zusammenfassung).
WALKER, A. (1923): A note on the winter habits of *Eutamias townsendi;* J. of Mammalogy 4, 257.
WOODWARD, A. W., and CONDRIN, J. M. (1945): Physiological studies on hibernation in the chipmunk; Physiol. Zool. 18, 162—167.

Anschrift des Verfassers: Dr. RUDOLF JAEGER, Institut für Physiologische Zoologie der Johannes-Gutenberg-Universität, 6500 Mainz, Saarstraße 21